

На правах рукописи

Полунина Ирина Николаевна

**ИНТЕГРАЦИЯ КУРСОВ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ КАК  
ФАКТОР ОПТИМИЗАЦИИ ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ  
ПОДГОТОВКИ В СРЕДНЕЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ШКОЛЕ**

Специальность 13.00.02- теория и методика обучения  
и воспитания (математика)

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата педагогических наук

Казань - 2003

Работа выполнена на кафедре математического анализа математического факультета Мордовского государственного университета имени Н.П. Огарева.

Научный руководитель: кандидат физико-математических наук, доцент

Чучаев Иван Иванович

Официальные оппоненты: доктор педагогических наук, профессор  
Зайкин Михаил Иванович,  
доктор физико-математических наук, доцент  
Мартынов Сергей Иванович

Ведущая организация: Пензенский государственный педагогический университет имени В.Г. Белинского.

Защита состоится «22» апреля 2003 г. в 10 часов на заседании диссертационного совета Д 008.012.01 по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора педагогических наук и доктора психологических наук в Институте среднего профессионального образования Российской академии образования по адресу: 420039, г. Казань, ул. Исаева, 12.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ИСПО РАО.

Автореферат разослан «19» марта 2003 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
доктор педагогических наук



Т.М. Трегубова

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность работы.** Настоящий этап развития общества, характеризующийся глобальной информатизацией человеческой деятельности, социально-экономическими преобразованиями в стране, ставит перед средней профессиональной школой новые задачи повышения уровня подготовки специалистов, соответствующего требованиям современного рынка труда.

Возрастающее значение информационных технологий требует изменения содержания общеобразовательной подготовки студентов средней профессиональной школы (СПШ). В частности, при подготовке специалистов технического профиля в первую очередь рассматриваются вопросы обновления содержания курсов математики и информатики, которые создают базу для последующего изучения общетехнических дисциплин. Данное обстоятельство обусловлено тем, что в настоящее время сформировался чрезвычайно широкий спектр высокоэффективных программных средств решения задач общетехнического характера, в основу которых положены универсальные математические модели, методы и информационные технологии.

В этих условиях актуализируются две взаимосвязанные проблемы.

1. Проблема подготовки пользователей программных комплексов, владеющих современными информационными технологиями и способных оптимально ставить и решать на этой основе конкретные задачи в своей профессиональной области.

2. Проблема формирования у студентов математической культуры, достаточной для эффективного использования программных комплексов, в основу которых положены современные математические модели и методы численного экспериментирования.

Возможности математического моделирования и численного экспериментирования позволяют расширить и углубить знания по предметам, усилить прикладную и практическую направленность обучения, выработать навыки систематического использования компьютерной техники, активизировать креативную деятельность преподавателя и учащихся и тем самым оптимизировать общепрофессиональную подготовку специалиста. Вопросы, связанные с математическим моделированием, широко освещены в научной литературе. В частности, работы В.А. Белавина, С.А. Бешенкова, М.Г. Бояршинова, Н.Н. Красовского и Т.Н. Решетовой, С.И. Мартынова, Е.М. Островской, А.А. Смолянинова, Е.К. Хеннера посвящены раскрытию научно-методического аспекта.

Методы формирования и численной реализации математических моделей выявляют существующие межпредметные связи и интеграционные процессы между курсами информатики и математики, наглядное представление о которых дает решение задач интеграционного характера. Примеры таких задач широко обсуждаются в научно-методической литературе - в работах таких авторов, как В.Г. Болтянский, Э.Я. Гальвас, В.М. Оксман, И.А. Переход и В.Н. Касаткин, В.В. Рубцов. Однако аксиологический анализ интеграционных задач, которые могли бы служить фактором оптимизации общетехнической подготовки студентов СПШ, нельзя считать завершенным.

Современные информационные технологии, в частности, средства разработки гипермедийных документов обладают универсальностью в том смысле, что легко распространяются на любую предметную область (гуманитарную, естественнонаучную, общетехническую и др.). В этом плане информатика с ее методами представляет собой инструмент реализации **интегративных** связей. Однако с дидактико-методической точки зрения проблема оптимального использования таких систем остается неисследованной.

Таким образом, в педагогической практике складывается противоречие между необходимостью интеграции курсов математики и информатики, являющейся фактором оптимизации общепрофессиональной подготовки и отсутствием подходов к ее реализации, которые были бы в достаточной мере обоснованы математически.

Потребность практики в **разработке** оптимальной интеграции содержания курсов математики и информатики как фактора оптимизации **общепрофессиональной** подготовки обуславливает актуальность проблемы исследования и выбора темы «Интеграция курсов математики и информатики как фактор оптимизации общепрофессиональной подготовки в средней профессиональной школе».

В большинстве случаев инновационная деятельность преподавателя в части интеграции курсов математики и информатики реализуется неформализуемыми эвристическими методами. Однако, с нашей точки зрения, одним из концептуальных подходов к решению данной проблемы может являться подход, который основан на анализе моделей, математически строго отражающих собой влияние степени **интегрированности** курсов математики и информатики на качество общепрофессиональной подготовки студентов средних профессиональных школ.

Кроме того, предлагаемая нами концепция предполагает следующее:

1. Выявленные свойства математических моделей позволят сделать практические выводы по поводу интеграции содержания рассматриваемых курсов и оценить ее влияние на качество общепрофессиональной подготовки студентов СПШ.
2. Полученные на основе ее использования результаты должны дополнить эвристический опыт педагогов, накопленный ими в практической деятельности по интеграции содержания курсов математики и информатики.

Цель исследования: разработать и апробировать: а) методику формирования учебного материала интеграционного характера, позволяющего взаимно обогатить курсы информатики, математики, создать базу для изучения общетехнических дисциплин, соответствующую современным требованиям; б) методику определения оптимального сочетания объемов учебного материала разных типов, относящегося к курсам математики, информатики и интеграционного характера.

Объект **исследования**: содержание обучения математике и информатике студентов средних профессиональных школ.

Предмет **исследования**: интеграция содержания курсов математики и информатики, обеспечивающая взаимное обогащение указанных курсов и

являющаяся фактором оптимизации общепрофессиональной подготовки студентов СПШ

**Гипотеза исследования** интеграция содержания курсов математики и информатики будет являться фактором оптимизации общепрофессиональной подготовки в средней профессиональной школе на основе наиболее глубокого и всестороннего усвоения учебного материала как курса математики, так и информатики, если будет

- разработана и реализована методика формирования учебного материала интеграционного характера курсов математики и информатики,
- сформирована дидактическая структура интеграции содержания курсов математики и информатики, направленной на оптимизацию общепрофессиональной подготовки,
- определено оптимальное сочетание объемов учебного материала, соответствующего по своему содержанию классическим вариантам курсов «Математика», «Информатика» и интеграционного характера с учетом оптимизации общепрофессиональной подготовки

Проблема, цель, объект, предмет и гипотеза исследования обусловили следующие **задачи**:

- 1) обосновать необходимость интеграции содержания курсов математики и информатики как фактора оптимизации общепрофессиональной подготовки студентов средней профессиональной школы,
- 2) разработать технологию отбора и формирования класса задач интеграционного характера и методы их решения на основе межпредметных связей курсов математики и информатики,
- 3) определить оптимальное сочетание объемов учебного материала различного типа, соответствующего по своему содержанию классическим вариантам курсов «Математика», «Информатика» и интеграционного характера,
- 4) раскрыть содержание и методику экспериментального обучения, доказывающую эффективность разработанного интеграционного подхода

**Методологическую основу** исследования составляют основные положения теории творческого развития личности (Н Ю Посталюк, В С Щербаков), теории гуманизации и гуманитаризации образования (Г В Дорофеев, Т А Иванова, Г В Мухаметзянова, Н П Радченко, Е В Филинкова), теории интеграции и дифференциации обучения (М Н Берулава, В Н Галеев, М И Махмутов, Б Т Хафизов), а также концепция деятельностного подхода (М Н Скаткин), работы в области методологии методики обучения математике (А К Артемов, М И Зайкин, Г И Саранцев), психолого-педагогические исследования в области компьютеризации образования (В А Белавин, В П Беспалько, Б С Гершунский, Ю С Иванов, Г И Кирилова, Е И Машбиц), концепция построения профессиональной модели специалиста (А А Кирсанов, Н В Кузьмина, Н Н Нечаев, Н Ф Талызина, Н А Читалин), теоретические положения совершенствования содержания и организации процесса профессиональной подготовки (Г И Ибрагимов, Г В Мухаметзянова), а также взаимосвязи общего и профессионального образования (В Ф Башарин, Л А Волович, М И Махмутов)

Для решения поставленных задач были использованы следующие **методы исследования**:

1) анализ и обобщение психолого-педагогической литературы, программ, учебных и методических пособий по математике, информатике и общетехническим дисциплинам для средних профессиональных школ;

2) изучение опыта работы преподавателей математики, информатики и общетехнических дисциплин, проведения конкурсных экзаменов и предметных олимпиад;

3) методы математического моделирования и планирования эксперимента для определения оптимального сочетания объемов учебного материала разного типа, соответствующего объективным показателям качества знаний студентов.

**Базой исследования** явились Рузаевский политехнический техникум, профильные классы средней школы № 17 г. Рузаевки, Мордовский государственный университет.

#### **Исследование проводилось в три этапа:**

1 этап - 1994-1996 гг. - осуществлялся анализ и обобщение психолого-педагогической литературы, программ, учебных и методических пособий для СПШ по математике, информатике и общетехническим дисциплинам; обосновывалась необходимость интеграции курсов математики и информатики, а также осуществлялось формирование комплекса задач разного типа, относящихся к сфере математики, информатики и задач интеграционного характера; проводилась серия констатирующих срезов.

2 этап - 1997-1998 гг. - проводился формирующий педагогический эксперимент. На основе использования методов математического моделирования и планирования эксперимента осуществлялся поиск оптимального сочетания объемов учебного материала разного типа. Полученные результаты подвергались статистической и качественной обработке, вносились необходимые коррективы в дальнейший эксперимент по отбору содержания указанных курсов, условий и средств интеграции курсов математики и информатики.

3 этап - 1998-2001 гг. - включал завершение педагогического эксперимента, подтверждающего полученные ранее результаты; оценку высказанной гипотезы; выработку рекомендаций по интеграции курсов математики и информатики; анализ влияния степени интегрированности курсов математики и информатики на повышение качества общепрофессиональной подготовки студентов; оформление полученных результатов исследования.

**Научная новизна и теоретическая значимость** диссертационного исследования состоят в том, что:

- сформирована дидактическая структура интеграции содержания курсов математики и информатики, являющейся основой для оптимизации общепрофессиональной подготовки в средней профессиональной школе;

- выделен класс задач интеграционного характера курсов математики и информатики, создающий базу для последующего изучения общетехнических дисциплин; разработана технология конструирования таких задач;

- определено **оптимальное** сочетание объемов учебного материала разного типа, соответствующего по своему содержанию классическим вариантам курсов «Математика», «Информатика» и интеграционного характера.

**Практическая значимость** результатов исследования состоит в том, что выделенный класс задач интеграционного характера и разработанные методы их решения могут быть использованы преподавателями СПШ, а также разработчиками программ и учебных пособий для средних профессиональных школ. Разработанная методика определения оптимального сочетания объемов учебного материала разных типов может быть применена для других дисциплин.

Разработано программное обеспечение для решения задач интеграционного характера, обработки и анализа результатов эксперимента.

**Обоснованность и достоверность** выводов и рекомендаций исследования обеспечиваются опорой на достижения как математики, так и информатики, на теоретические разработки в области психологии, педагогики, теории и методики обучения математике и информатике, опытом практической работы преподавателей математического факультета Мордовского университета, а также результатами анализа полученных экспериментальных данных.

**Апробация** результатов исследования проводилась в виде докладов и обсуждений на научно-методических семинарах кафедры математического анализа и кафедры общей математики Мордовского университета (1994 - 2000 гг.), на научных конференциях университета (1997 - 2000 гг.), на Всероссийской научной конференции (Саранск, 1998 г.).

Результаты исследования **внедрены** в Рузаевском политехническом техникуме, в профильных классах средней школы № 17 г. Рузаевки. Были внедрены в учебный процесс методические разработки уроков по отдельным темам и соответствующее программное обеспечение.

### **На защиту выносятся следующие положения.**

1. Методика формирования учебного материала интеграционного характера, позволяющего взаимно обогатить курсы информатики, математики, создать базу для изучения общетехнических дисциплин, соответствующую современным требованиям. В основу предлагаемой методики положен анализ межпредметных связей и интеграционных процессов курсов математики, информатики и общетехнических дисциплин, позволяющий выделить класс общетехнических задач, а так же инструментальные и методические средства их решения на базе универсальных математических моделей и методов.

2. Методика определения оптимального сочетания объемов учебного материала разных типов, относящегося к сфере математики, информатики и интеграционного характера. Особенностью предлагаемой методики является строгая математическая постановка задачи оптимизации, основанная на построении и анализе регрессионных моделей интеграции курсов математики и информатики.

**Структура диссертации.** Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы и пяти приложений. Основное содержание изложено на 125 страницах машинописного текста, библиография - 12 стр., приложения - 70 стр. Библиография составляет 139 наименований. Таблиц - 9, рисунков - 54.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обоснована актуальность темы диссертационной работы, определены цель, объект и предмет исследования, сформулированы гипотеза и основные задачи, описаны методы исследования, раскрыты его научная новизна, теоретическая и практическая значимость, сформулированы основные положения, выносимые на защиту.

**В первой главе «Интеграция курсов математики и информатики в средней профессиональной школе»** раскрывается роль интеграции курсов математики и информатики как базы для изучения общетехнических дисциплин. Выделен класс задач, имеющих общетехнический характер и иллюстрирующих собой существующие между указанными курсами межпредметные связи и интеграционные процессы.

Приводятся теоретические предпосылки оптимизации процесса и содержания обучения на основе интеграции учебных дисциплин, в основу которой положен один из важнейших дидактико-методологических принципов - принцип межпредметных связей. Понятие оптимизации введено и наиболее полно раскрыто в трудах Ю.К. Бабанского. Однако специфика проблемы оптимизации содержания математической и информационной подготовки в средней профессиональной школе требует дополнительного изучения. Учебный материал по курсам математики и информатики необходимо сформировать в таких пропорциях, включающих в себя интеграционную составляющую, которые обеспечили бы оптимум интегрального критерия качества подготовки группы учащихся по курсам математики и информатики как базы для последующего изучения общетехнических дисциплин. Таким образом, качество подготовки в настоящем исследовании рассматривается как критерий оптимальности, а под оптимизацией, как процессом, развивающимся во времени, понимается процесс экспериментального определения искомого оптимума.

Совершенствование содержания образования опирается на комплексное использование в обучении межпредметных связей. Это один из критериев отбора и координации учебного материала. В данной работе наряду с дидактическими раскрываются математический и информационный аспекты межпредметных связей и интеграционных процессов в системе дисциплин общетехнического цикла. Рассмотрены наиболее типичные задачи, встречающиеся в дисциплинах общетехнического цикла, и показано, что интеграция курсов математики и информатики позволяет качественно изменить подход к преподаванию этих дисциплин на современном уровне развития аппаратных, программных и инструментальных средств. Межпредметные связи комплекса дисциплин общетехнического цикла с курсами математики и информатики позволяют построить дидактическую структуру интеграции содержания этих курсов (рис. 1).



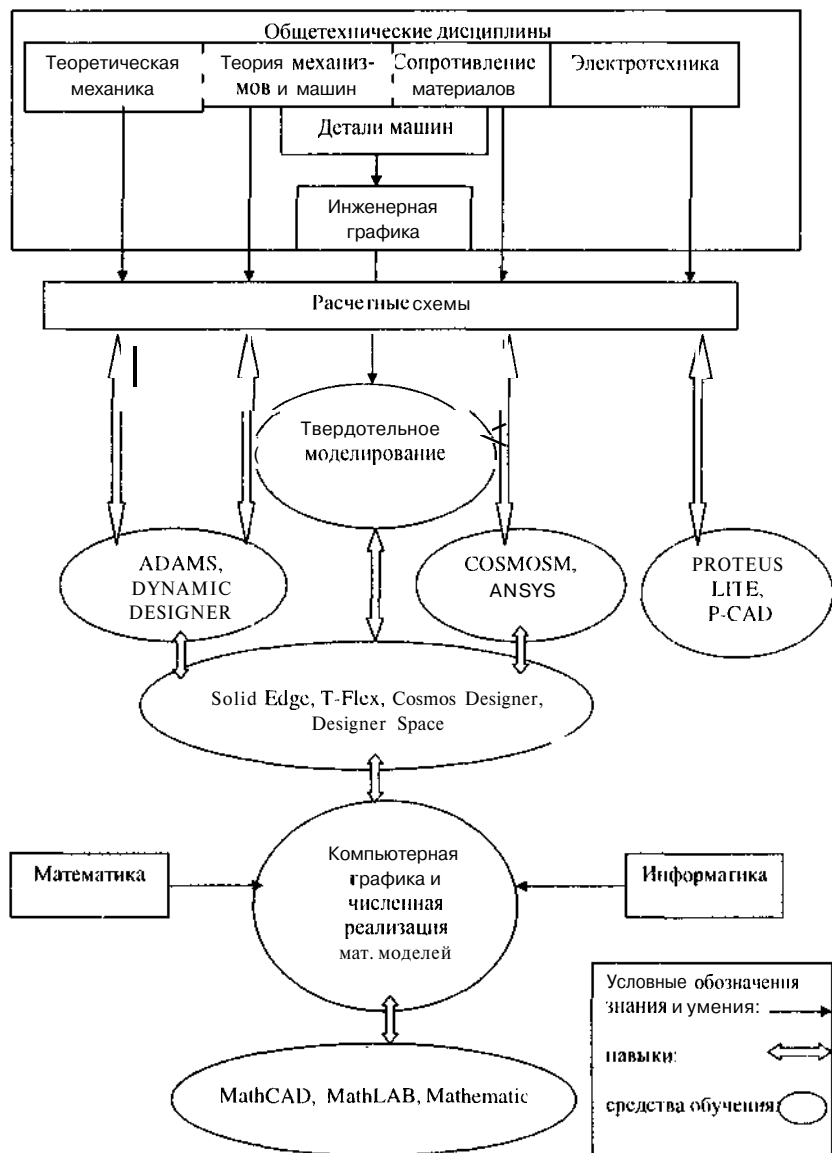


Рис. 1. Дидактическая структура интеграции содержания курсов математики и информатики

В рамках общетехнических курсов СПШ, таких, как «Теоретическая механика», «Теория механизмов и машин», «Сопротивление материалов», анализу подлежат упрощенные модели реальных механических систем, называемые иначе расчетными схемами. Эти расчетные схемы предполагают формирование и анализ соответствующих математических моделей, которые могут быть реализованы как в аналитической, так и в численной форме.

В этом ряду курс «Детали машин» занимает особое место, так как предполагает постановку задачи в инженерных терминах и по этой причине гораздо более тесным образом связан с «Инженерной графикой», системами твердотельного моделирования и, следовательно, с информатикой.

Необходимость такого рассмотрения обусловлена также и тем, что современные компьютерные технологии позволяют осуществить постановку и решение задач общепрофессионального цикла, традиционно входящих в учебные планы СПШ, в весьма наглядной и эффективной форме. Причем, технология решения требует от пользователя знания математических моделей и методов, положенных в основу этих технологий, которые не выходят за рамки программы математики СПШ. Данное обстоятельство позволяет учащемуся легко распространить полученные знания и умения на такие задачи, которые до последнего времени не входили в программы рассматриваемых курсов.

Анализ госстандарта технических специальностей позволяет сделать вывод о том, что, **важную** роль в становлении специалиста среднего звена занимает фундаментальное образование, в частности, обучение математике и информатике, как базе для изучения общепрофессиональных дисциплин. Будущий специалист должен уметь самостоятельно решать задачи в своей профессиональной области на современном уровне развития технических средств и достаточной для этого фундаментальной основе.

Таким образом, полученные студентами в процессе изучения фундаментальных дисциплин знания, служат основой для формирования умений в процессе изучения прикладных дисциплин, а те, в свою очередь, кладутся в основу формирования навыков с привлечением соответствующих средств обучения (рис. 1).

Далее в настоящем исследовании на основе анализа психолого-педагогической, математической литературы и литературы по информатике раскрываются цели и задачи, стоящие в настоящее время перед рассматриваемыми курсами; обосновываются принципы отбора учебного материала по математике и информатике, которые служат базой для решения задач общетехнического цикла, реализуемых аналитически и численно.

Рассматривается интеграция содержания курсов математики и информатики, выступающих в качестве базы для изучения общетехнических дисциплин; анализируются соответствующие интеграционные процессы с точки зрения сложившейся на сегодняшний день образовательной системы, а также объем и интенсивность взаимосвязей и взаимодействий математики и информатики в рамках этой системы.

Методические предпосылки формирования интеграционных связей между курсами математики и информатики заложены в содержании этих курсов: изучение математики подготавливает изучение информатики (сюда относится логическая и алгоритмическая подготовка, умение строить математические мо-

дели изучаемых явлений и процессов, навыки выполнения приближенных вычислений и т.д.); изучение информатики создает у учащегося базу для осмысления информационной сущности изучаемых явлений, позволяет осуществить постановку и решение задач в весьма наглядной и эффективной форме.

Кроме того, в информатике, как отмечает ряд авторов (в частности, А.П. Ершов, А.С. Лесневский и другие), основные идеи и понятия - алгоритм, переменная величина, математическая модель и другие - излагаются в алгебраическом стиле, с опорой на общематематическую символику.

Отметим также важную роль и место информатики в углублении понимания основного объекта математики - числа, на которую до сих пор недостаточно обращают внимание. Строгое построение теории действительного числа требует достаточно глубоких фактов либо из теории пределов (метод Кантора), либо из теории упорядоченных множеств (метод Дедекинда). Информатика, приближенно с заданной точностью «считает» числа, например, такие как  $\sqrt{2}$ ,  $\sqrt{2} + \sqrt[3]{3}$ ,  $\pi$ ,  $e$ ,  $\pi \cdot e$  и т.д., позволяет интуитивно сформировать правильное и достаточно глубокое понимание действительного числа и операций над ними и сформировать (интуитивно) понятие предела последовательности. (Сходящаяся к числу  $a$  последовательность с общим членом  $x_n$  выступает как последовательность приближений, где  $x_n$  -  $n$ -ое приближение).

Нельзя не отметить, что применение компьютера существенно упрощает используемый математический аппарат моделирования. Основная причина таких упрощений - отказ от предельных переходов, дискретность математики: производные заменяются разностными отношениями, дифференциальные уравнения - рекуррентными формулами, определенные интегралы - конечными суммами.

**Вторая глава «Задачи интеграционного характера, имеющие общетехническую, математическую и информационную основу»** посвящена разработке методов решения и соответствующего программного обеспечения задач интеграционного характера.

Рассмотрены конкретные задачи общетехнического цикла, иллюстрирующие предлагаемые в данной работе подходы.

**Ветвь (сопротивление материалов + теоретическая механика) + (математика + информатика)** (рис. 1) реализует себя в задачах статики (прочности и устойчивости конструкций) на уровне расчетных схем. Приведены следующие задачи: определение опорных реакций и анализ напряженно-деформированного состояния (НДС) балки; анализ напряженно-деформированного состояния (НДС) рамы; определение критической силы  $P_{cr}$  для продольно сжатого стержня; анализ устойчивости оболочечной конструкции.

Математическими моделями рассматриваемых задач являются:

- системы линейных алгебраических уравнений (определение опорных реакций, внутренних силовых факторов, раскрытие статической неопределимости);
- решение нелинейных уравнений (определение критических нагрузок);
- аналитические замкнутые решения, включающие в себя основные математические константы и элементарные функции.

К средствам обучения, предназначенным для решения задач указанного класса, следует отнести COSMOS/M, ANSYS, NASTRAN. Постановка рассмотренных выше задач не вызывает у студентов серьезных затруднений, поскольку осуществляется с использованием средств визуального программирования и диалогового графического интерфейса.

Курсы математики и информатики позволяют сформировать знания и умения для построения указанных математических моделей, а также для построения программных средств их реализации. В то же время такие средства обучения как COSMOS, ANSYS, NASTRAN и др. позволяют непосредственно развить навыки решения общетехнических задач. Математические методы и модели остаются при этом «за экраном» компьютера, однако, для наиболее корректного и эффективного использования указанных средств обучения знание математических моделей и методов является необходимым.

**Ветвь (инженерная графика + детали машин) + (математика + информатика)** реализует себя в задачах компьютерной графики и твердотельного моделирования и анализа. Рассмотрены следующие задачи: выполнение чертежа и построение твердотельной модели шлицевого вала; выполнение чертежа, формирование параметризованной твердотельной модели и анализ напряженно-деформированного состояния консольного вала; формирование параметризованной твердотельной модели детали «Корпус» и анализ ее напряженно-деформированного состояния.

Современные подходы к изучению курса «Детали машин» предусматривают достаточно полное использование средств электронного кульмана, включающих в себя 2-D и 3-D черчение, твердотельное моделирование, создание баз данных типовых деталей технологических машин.

Особый практический интерес представляет определение роли и места компьютерных технологий в обучении компьютерной графике в связи с тем, что использование компьютерных технологий способно не только повысить эффективность обучения за счет наглядного представления информации, оказывающего положительное влияние на формирование и развитие гибкого пространственного мышления, но и создает представление о профессиональной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и другой обработкой визуальной информации в профессионально-ориентированных автоматизированных рабочих местах. Более того, средства компьютерной графики позволяют визуализировать пространственные образы в динамической форме (анимации, морфинг, видео и др.), чего нельзя достигнуть никакими иными средствами.

**Ветвь (электротехника) + (математика + информатика).** Большая часть задач этой ветви в математической части сводится к уравнениям топологического типа (в большинстве случаев - к системам линейных алгебраических уравнений). Существующие ныне программные комплексы типа PROTEUS LITE, P-CAD и др. обеспечивают их решения в формах, аналогичных рассмотренным.

Представленные в работе задачи наглядно демонстрируют роль, которую играет интеграция курсов математики и информатики в изучении общетехнических дисциплин и актуальность конструирования задач интеграционного харак-

тера. На основе анализа рассмотренных в этом параграфе примеров, технология конструирования состоит в следующем:

- в части содержания: выявление математических моделей, являющихся по своей сути общетехническими;
- в части форм и методов реализации: выбор численных методов анализа этих моделей; программная реализация численных методов в той или иной системе программирования, обеспечивающей знакомство с современными технологиями; выбор методов анализа полученных решений (тестирование, оценка точности, презентация).
- в части педагогических условий: включение всех тем, изучаемых в курсах «Математика» и «Информатика» для учебных заведений СПШ согласно Госстандарту.

Необходимо отметить, что многие из этих задач для упрощенного варианта расчетных схем допускают аналитические решения, включающие в себя основные математические константы и элементарные функции. Важным является также то обстоятельство, что для осознанного практического использования этих решений полезно сформировать у учащихся представление о математическом (геометрическом) смысле этих констант и функций.

Далее рассматриваются методы решения задач интеграционного характера, которые могут быть положены в основу последующего изучения общетехнических дисциплин: задачи вычисления чисел  $\pi$  и  $e$ ; задача о приближенном вычислении корня квадратного из действительного числа; вычисление значений основных элементарных функций; решение уравнений различных типов и систем линейных уравнений; методы приближенного вычисления определеного интеграла.

Указанные задачи выбраны в данном качестве, поскольку они так или иначе проявляют себя практически во всех технических приложениях и, являясь по сути своей математическими, могут быть эффективно реализованы с привлечением средств и методов информатики.

В настоящей работе предложены эффективные с дидактической точки зрения алгоритмы решения этих задач, а также их программные реализации.

Предложенные задачи и подходы к их решению, основанные на интеграционных аспектах математики и информатики, не ставят цели подменить собою те, которые традиционно входят в классические курсы математики (аналитическое дифференцирование и интегрирование, решение нелинейных уравнений графическими методами, построение графиков функций на основе исследования их на экстремум и т.д.) и информатики (элементы структурного программирования, методы программирования в той или иной среде (массивы, циклы, логика, и т.д.), основы теории информации и т.д.), а оптимизируют процесс обучения, учитывают приоритет развивающей функции обучения.

Отметим также, что решение задач интеграционного характера позволяет существенно дополнять как приемы программирования, так и должным образом отразить в курсе математики ее важнейшую часть - вычислительную математику.

**Третья глава «Оптимизация содержания курсов математики и информатики на основе экспериментального обучения»** содержит результаты экспериментального исследования. В соответствии с предложенной в данной

работе концепций, в **экспериментальной** части строятся математически строгие регрессионные модели интеграции курсов математики и информатики, объективно отражающие ее свойства. В процессе построения этих моделей используются результаты констатирующего, формирующего и контрольного экспериментов.

В ходе **констатирующего** эксперимента студентам был предложен в равных пропорциях ряд задач, соответствующих по своему содержанию классическим вариантам курсов «Математика», «Информатика», и задачи интеграционного характера. Он показал уровень текущей подготовки студентов СПШ для **равнопропорционального** распределения учебного материала.

Было установлено, что в настоящее время студенты обладают недостаточным уровнем математических знаний и умений и недостаточной информационной базой для последующего решения задач общетехнического цикла. Данный факт, на основе результатов теоретического и практического опыта преподавания курсов математики и информатики, объясняется следующими причинами: недостаточно полным и всесторонним использованием межпредметных связей курсов «Математика», «Информатика» и общетехнических; отсутствием в должном количестве задач интеграционного характера, предполагающих методы решения, соответствующие современному уровню развития программно-аппаратных средств; увеличением количества изучаемых тем при том же числе часов.

Констатирующий эксперимент показал необходимость разработки методики определения оптимального сочетания объемов учебного материала разного типа, соответствующего по своему содержанию классическим вариантам курсов «Математика», «Информатика» и интеграционного характера.

В процессе **формирующего** эксперимента с использованием методов имитационного моделирования определялось оптимальное соотношение объемов предлагаемого учащимся учебного материала, относящегося к разным типам.

Сформулирована задача отбора учебного материала как задача нелинейного математического программирования в виде:

$$\text{найти } \max_{x \in R^{N_1}} C(x) \quad (1)$$

при ограничениях  $\phi_j(x) \leq 1, j = \overline{1, m_\phi}, \varphi(x) = 1, A_i < x < B_i, i = \overline{1, N_A},$

где  $R^{N_1}$  - линейное векторное пространство размерности  $N_x$ .

Решением задачи будет являться пара: некоторый оптимальный вектор  $x^*$  и оптимальное значение целевой функции  $C(x^*)$ . Здесь  $A_i$  и  $B_i$  - геометрические ограничения (соответственно сверху и снизу) на управляемые параметры;  $\phi_j(x)$  - функциональные ограничения в виде неравенств, выражающие собой условие получения учащимися положительной оценки по каждому  $j$ -тому из изучаемых курсов в количестве  $m_\phi$ ;  $\varphi(x)$  - функциональное ограничение, выражающее собой условие равенства суммы объемов учебного материала всех типов 100%. Каждый из компонент  $x_i$  вектора управляемых параметров  $x = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_{N_x})^T$  выражает собой объем учебного материала в процентах, предлагаемый учащемуся по каждому (-тому типу). Целевая функция  $C(x)$  - есть интегральный критерий качества подготовки группы учащихся в целом.

Пусть  $x_1$  - объем учебного материала по курсу «Математика»,  $x_2$  - объем учебного материала по курсу «Информатика»,  $x_3$  - объем учебного материала интеграционного характера. Функциональные ограничения определяются как  $\psi_1 = 2/f^{(1)} \min$ ,  $\psi_2 = 2/f^{(2)} \min$ ,  $\varphi = \sum x_i / 100$ , где  $f^{(1)} \min$  и  $f^{(2)} \min$  - среднее минимальных баллов, полученных 10% учеников группы (отсортированных в порядке убывания полученных баллов) соответственно по математике и информатике за некоторый контрольный период времени. Целевая функция - средний балл учащихся группы, получаемый в процессе текущего учета успеваемости по двум предметам - «Математика» и «Информатика». Таким образом, имеем задачу типа (1) с тремя управляемыми параметрами и двумя ограничениями.

Рассматриваемая задача решается методами нелинейного математического программирования для целевой функции и функций ограничений, моделируемых мультипликативными моделями параметры, которых определяются методом наименьших квадратов по результатам испытаний в конкретных точках пространства эксперимента.

Получен следующий результат:  $x_1^* = 31.9\%$ ,  $x_2^* = 11.9\%$ ,  $x_3^* = 53.9\%$ . Отметим, что успеваемость студентов на завершающей фазе эксперимента повысилась по сравнению с его начальной фазой (табл. 1). Кроме того, параметры статистической оценки результатов, в частности, основные из них (дисперсия и коэффициент корреляции) позволяют сделать следующие выводы.

1. Поскольку дисперсия результатов на завершающей фазе эксперимента уменьшилась, можно утверждать, что предлагаемая методика является эффективной не только для сильных студентов, но и для средних и слабых.

2. Высокое значение коэффициента корреляции позволяет предположить, что факт повышения успеваемости связан именно с применением разработанной методики, а не с другими случайными обстоятельствами.

Таблица 1

Основные параметры статистической оценки результатов формирующего эксперимента

| Начальная стадия эксперимента |          | Конечная стадия эксперимента |             |
|-------------------------------|----------|------------------------------|-------------|
| Среднее                       | 3,638462 | Среднее                      | 3,884615    |
| Дисперсия выборки             | 0,566466 | Дисперсия выборки            | 0,50601     |
| Коэффициент корреляции        |          |                              | 0,810994834 |

В процессе контрольного эксперимента студентам был предложен ряд задач, соответствующих по своему содержанию классическим вариантам курсов «Математика» и «Информатика», а также ряд задач интеграционного характера. Соотношение между количеством задач разного типа соответствует ранее полученному оптимальному значению на стадии формирующего эксперимента. Контрольный эксперимент заключался в количественной статистической оценке результатов применения разработанной методики и проверке гипотез эффективности ее использования.

Для оценки успеваемости учащихся, осуществляемой по итогам констатирующего и контрольного экспериментов, был использован критерий знаков (М.И. Грабарь, К.А. Краснянская), который позволил сделать вывод: уровень подготовки группы учащихся повысился на уровне значимости  $\alpha = 0,005$ .

Далее был проведен эксперимент, выявляющий влияние степени интегрированное™ курсов математики и информатики в соответствии с разработанной методикой, на повышение качества подготовки студентов по дисциплинам общетехнического цикла СПШ. Результаты приведены на рис. 2, где представлены средние баллы (СБ1, СБ2, СБ3), полученные студентами по дисциплинам общетехнического цикла, прошедшими подготовку по курсам математики и информатики в процессе констатирующего, формирующего и контрольного экспериментов соответственно.

Коэффициент корреляции К1 получен по результатам сравнения двух серий экспериментов: 1) обучение математике и информатике тестируемых групп проводилось по традиционной методике; 2) тестируемые группы проходили подготовку по курсам математики и информатики на стадии формирующего эксперимента (рис. 2, ряды 1 и 2).

Коэффициент корреляции К2 получен по результатам тестирования групп, прошедших подготовку по курсам математики и информатики: 1) на стадии формирующего эксперимента; 2) на стадии контрольного эксперимента (рис. 2, ряды 2 и 3).

|                           |          |
|---------------------------|----------|
| Коэффициент корреляции К1 | 0.936886 |
| Коэффициент корреляции К2 | 0.874092 |
| средний балл СБ1          | 3.557377 |
| средний балл СБ2          | 3.688525 |
| средний балл СБ3          | 3.918033 |

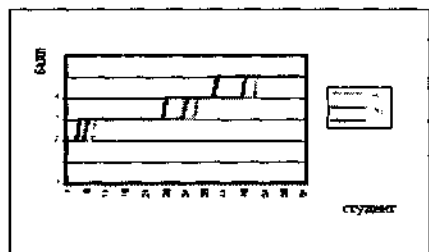


Рис. 2. Анализ влияния степени интегрированности курсов математики и информатики на повышение качества общепрофессиональной подготовки студентов

Экспериментальная проверка полученных результатов подтвердила факт повышения качества подготовки по общетехническим дисциплинам студентов, прошедших курс обучения математике и информатике с высокой (оптимальной) степенью интеграции; данное обстоятельство не связано со случайными обстоятельствами, в силу высокого значения соответствующего коэффициента корреляции (рис.2).

Для обработки и анализа результатов эксперимента было разработано программное обеспечение, включающее в себя следующие модули:



1. Систему имитационного моделирования и решения задач НМП, реализованную в средах Quick -С и FORTRAN-77.
2. Базу данных для учета текущей успеваемости **учащихся**, реализованную в среде ACCESS .
3. Электронную таблицу в среде EXCEL с использованием инструментария статистического анализа данных.

Соответствующее программное обеспечение приведено в приложении.

В заключении подведены итоги исследования. Основные выводы и результаты, полученные в процессе исследования в соответствии с его целью и задачами, таковы:

1. На основе анализа дидактической структуры интеграции содержания курсов математики и информатики обоснованы целесообразность и возможность интеграции курсов математики и информатики как фактора оптимизации общепрофессиональной подготовки студентов в СПШ.

2. Выделены типы математических моделей, которые являются наиболее универсальными для решения общетехнических задач в СПШ.

3. Сформирован класс задач, позволяющих осуществлять интеграцию между указанными курсами; разработаны методы их решения; предложена технология их построения.

4. Обоснована и внедрена в учебный процесс методика определения оптимального сочетания объемов учебного материала, соответствующего разным типам с использованием строгих математических методов.

5. Экспериментальное исследование и статистическая обработка результатов подтвердили справедливость сформулированной гипотезы и доказали, что решение задач с интеграционным содержанием позволяет оптимизировать процесс обучения как информатике, так и математике.

6. Интеграция курсов математики и информатики позволяет качественным образом изменить подход к обучению общетехническим дисциплинам, соответствующий современному уровню развития аппаратных, инструментальных и программных средств.

**Основное содержание исследования отражено в следующих публикациях:**

1. Запасникова Л.В., Полунина И.Н. Информатика: Лабораторный практикум. - Рузаевка: Рузаевский печатник, 1997. -31 с (в соавторстве, авторский текст 25 с.).
2. Полунина И.Н. О выборе содержания курса информатики в классах с углубленным изучением математики и информатики //Тезисы докладов второй конференции молодых ученых Мордовского государственного университета. - Саранск: Мордовский ун-т, 1997. С. 15.
3. Полунина И.Н. О выборе содержания спецкурсов в классах с углубленным изучением математики и информатики //Тезисы докладов первой конференции молодых ученых Мордовского государственного университета. - Саранск: Мордовский ун-т, 1997. С. 124.

4. Полунина И.Н. К вопросу о математическом моделировании на уроках информатики // Тезисы докл. науч. Всероссийской конф. "Гуманизация и гуманитаризация математического образования в школе и вузе". - Саранск: МГПИ им. М.Е. Евсевьева, 1998. С. 166-167.
5. Полунина И.Н. О вычислении значений некоторых функций //XXVII Огаревские чтения. Материалы научной конференции государственного университета имени Н.П. Огарева. - Саранск: Мордовский ун-т, 1998. С. 144-153.
6. Полунина И.Н. О решении вычислительных задач в курсе информатики //Материалы третьей конференции молодых ученых Мордовского государственного университета. - Саранск: Мордовский ун-т, 1998. С. 22.
7. Полунина И.Н. Об определении числа  $e$  и вычислении его приближений //Сборник научных трудов ученых Мордовского государственного университета имени Н.П. Огарева. - Саранск: Мордовский ун-т, 1998. С. 34-40.
8. Полунина И.Н., Запасникова Л.В. Курсовое проектирование по информатике как одна из форм реализации межпредметных связей //XXVII Огаревские чтения. Материалы научной конференции государственного университета имени Н.П. Огарева. - Саранск: Мордовский ун-т, 1998.С.77-78 (в соавторстве, авторский текст 1 с.).
9. Полунина И.Н. Программно - аппаратная реализация межпредметных связей дисциплин общенаучного цикла // Сборник материалов Всероссийской научно - практической конференции «Организационные, философские и технические проблемы современных машиностроительных производств» - Рузаевка: Рузаевский институт машиностроения, 2000. С. 109-111.
- 10.Чугунов М.В., Полунина И.Н. Организация учебной деятельности при постановке вычислительного эксперимента //Сборник материалов Всероссийской научно - практической конференции «Организационные, философские и технические проблемы современных машиностроительных производств» - Рузаевка: Рузаевский институт машиностроения, 2000. С. 137-139 (в соавторстве, авторский текст 1 с.).
- 11.Полунина И.Н. Средства реализации межпредметных связей в дисциплинах общенаучного цикла //Естественно - технические исследования: теория, методы, практика (Межвуз. сборник трудов).- Вып.1 - Саранск: СВМО, 2000. - С.83-86.
- 12.Чугунов М.В., Полунина И.Н. Информатика: Учебное пособие. - Саранск: Изд-во Мордовского ун-та, 2000.-58 с (в соавторстве, авторский текст 15 с.).

